

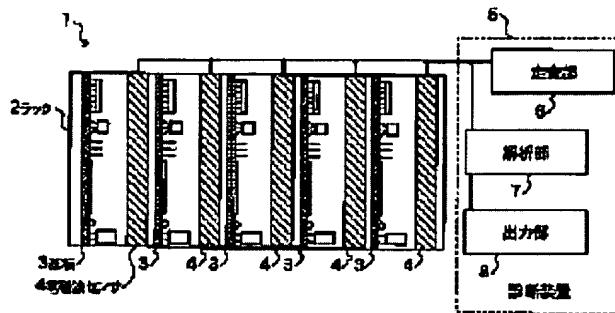
## DEVICE FOR DIAGNOSTIC ELECTRONIC DEVICE

**Patent number:** JP11174130  
**Publication date:** 1999-07-02  
**Inventor:** SASAKI KEIICHI  
**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO  
**Classification:**  
- **international:** G01R31/302; H05K10/00; G01R29/08  
- **european:**  
**Application number:** JP19970339155 19971209  
**Priority number(s):** JP19970339155 19971209

### Abstract of JP11174130

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a diagnostic device for diagnosing deterioration and failure, by monitoring entire operating conduction of each control substrate of an electronic device non-destructively and on-line.

**SOLUTION:** Electromagnetic sensors 4 are installed at a plurality of locations between electronic control substrates 3 and 3 within an electronic device 1, and electromagnetic waves being discharged from packaged parts of the electronic control substrate are detected by the electromagnetic sensors. Then, a diagnosis means 5 diagnoses the failure and deterioration of the electronic device 1 on-line, by monitoring positional distribution state or frequency distribution state of discharged electromagnetic waves on the surface of each electronic control substrate in time series based on the detection signal of the electromagnetic sensors.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-174130

(43)公開日 平成11年(1999)7月2日

(51)Int.Cl.<sup>®</sup>G 0 1 R 31/302  
H 0 5 K 10/00  
// G 0 1 R 29/08

識別記号

F I

G 0 1 R 31/28  
H 0 5 K 10/00  
G 0 1 R 29/08

L

D

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平9-339155

(71)出願人 000003078

(22)出願日 平成9年(1997)12月9日

株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 佐々木 恵一

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

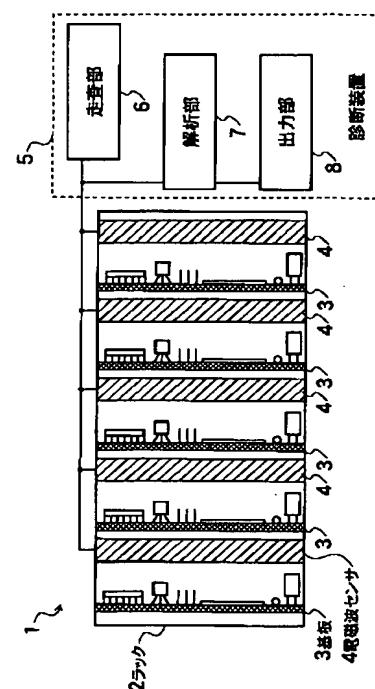
(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外3名)

(54)【発明の名称】電子装置の診断装置

(57)【要約】

【課題】 非破壊かつオンラインで電子装置の各制御基板ごとにその全体的な動作状態を監視し、劣化や異常の診断が行える診断装置を実現する。

【解決手段】 電子装置1内の各電子化制御基板3、3間の複数箇所に電磁波センサ4を設置して、これらの電磁波センサによって電子化制御基板の実装部品から放出する電磁波を検出させる。そして、診断手段5が電磁波センサの検出信号に基づき、各電子化制御基板の表面における放出電磁波の位置的分布状態又は周波数分布状態を時系列に監視することにより、オンラインで電子装置の異常や劣化を診断する。



(2)

特開平11-174130

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間の複数箇所に設置された電磁波センサと、前記電磁波センサそれぞれが検出する前記電子化制御基板の実装部品から放出される電磁波の位置的分布状態又は周波数分布状態を時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えて成る電子装置の診断装置。

【請求項2】 前記電磁波センサはアンテナ素子から成り、前記診断手段はこのアンテナ素子を面走査する走査手段と、前記アンテナ素子それぞれの検出した電磁波を信号化するスペクトラムアナライザと、このスペクトラムアナライザの出力を解析し、表示する解析表示手段から成ることを特徴とする請求項1に記載の電子装置の診断装置。

【請求項3】 ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間に設置され、各電子化制御基板の実装部品から放出される電磁波を吸収して熱に変換する電波吸収体と、前記電波吸収体の温度を検出する温度センサと、前記温度センサの出力を時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えて成る電子装置の診断装置。

【請求項4】 前記電波吸収体を互いに熱が移動する事がない複数の分割体で構成し、前記温度センサは各分割体の温度を検出し、前記診断手段は前記分割体の位置的温度分布状態を求め、その時系列変化を監視することによって前記電子装置の状態を診断することを特徴とする請求項3に記載の電子装置の診断装置。

【請求項5】 ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間の複数箇所に設置され、各電子化制御基板の実装部品から放出される電磁波を吸収して熱に変換する電波吸収体と、前記電波吸収体それぞれの温度を検出する温度センサと、前記電波吸収体それぞれに埋め込まれた電磁波センサと、前記温度センサの検出する前記電波吸収体それぞれの位置的温度分布状態と、前記電磁波センサそれぞれが検出する電磁波の位置的分布状態又は周波数分布状態とを時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えて成る電子装置の診断装置。

【請求項6】 前記電波吸収体の裏面側を前記電子化制御基板それぞれの裏面に絶縁物を介して貼付け、前記ラックに差込むことによって当該電波吸収体の表面側を隣接する電子化制御基板の表面に対向させたことを特徴とする請求項4又は5に記載の電子装置の診断装置。

【請求項7】 前記診断手段は、前記電磁波センサの検

出した前記電子化制御基板の実装部品から放出される電磁波にウェーブレット変換を施し、各位置における電磁波の時間-周波数特性を解析して前記電子装置の状態を診断することを特徴とする請求項1, 2, 5又は6に記載の電子装置の診断装置。

【請求項8】 ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間の複数箇所に設置された磁気センサと、前記磁気センサそれぞれが検出する前記電子化制御基板の表面の磁場強度の位置的分布状態を時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えて成る電子装置の診断装置。

【請求項9】 前記磁気センサは、ICモジュール化フラックスゲートマグネットメータであることを特徴とする請求項8に記載の電子装置の診断装置。

【請求項10】 前記磁気センサは、空間3次元の各軸方向の磁場成分を独立に検出するMR素子若しくはGMR素子を備えたことを特徴とする請求項8に記載の電子装置の診断装置。

【請求項11】 ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間の複数箇所に設置されたIC温度計と、前記IC温度計それぞれが検出する前記電子化制御基板の表面の温度の位置的分布状態を時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えて成る電子装置の診断装置。

【請求項12】 ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間の複数箇所に設置されたIC温度計と、前記電子化制御基板それぞれの裏面の複数箇所に絶縁物を介して裏面側が貼付けられ、表面側に対向する電子化制御基板の実装部品から放出される電磁波を吸収して熱に変換する電波吸収体と、前記電波吸収体それぞれの温度を検出する温度センサと、

前記電波吸収体それぞれに埋込まれた電磁波センサと、前記IC温度計それぞれが検出する前記電子化制御基板の表面の温度の位置的分布状態、前記温度センサが検出する前記電波吸収体それぞれの位置的温度分布状態及び前記電磁波センサそれぞれが検出する電磁波の位置的分布状態又は周波数分布状態とを時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えて成る電子装置の診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の電子化制御基板がラックに差込まれた構成の電子装置に対して、その異常や劣化を診断する電子装置の診断装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、複数の電子化制御基板がラックに

差込まれた構成の電子装置の劣化診断を行うために、その入力特性を時系列に測定・監視し、定格値又は初期値と比較することにより、オンラインで装置の異常や劣化の状態を判定する手法が一般的に行われてきた。

【0003】また、赤外線センサで診断対象機器基板の劣化を基板表面温度の異常として観測し、発熱部を検出することによって劣化部位や故障部位を特定し、またその温度や発熱量から劣化度や寿命を診断する方法も採用されている。

【0004】さらに、電子装置に実装されている部品の電気的特性、例えば、入出力特性、マージナルボルテージ、内部雑音などを測定して、その時系列的なデータの変化から劣化度を求めたり、電子化制御基板上に実装されている樹脂封止ICのアルミ配線腐食量を定量的に評価し、余寿命を推定することも行われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年の電子部品の高信頼性化に伴い、従来の電子装置の入出力特性を見るだけで装置の異常や劣化を診断する方法では、その異常や劣化を検出することができなくなっている。

【0006】また赤外線センサで基板上の実装ICや電子化制御基板の表面温度を観測して発熱異常を検出して実装部品や基板の異常や劣化を診断する方法では、非破壊での状態観察、基板レベルでのオンライン診断が可能であるが、ラックに多数枚の電子化制御基板が狭い間隔で差込まれている電子装置では、温度測定の構成上、電子装置として稼働中にその中の個々の基板についてオンラインで赤外線を検出することが困難である。

【0007】さらに電子装置に実装されている樹脂封止ICのアルミ配線腐食を劣化指標とした診断方法では、アルミ配線腐食の定量評価のために電子装置から実装ICを抽出する必要があるので破壊検査となり、オンラインで装置の異常や劣化を検出することができない。

【0008】このように、従来の電子装置の劣化診断や寿命診断法では、診断パラメータの評価方法や測定系や電子装置の構造がボトルネックとなり、オンラインでの有効な診断手法が確立されていない問題点があった。

【0009】本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたもので、複数の電子化制御基板から構成される電子装置に対して、その中の電子化制御基板ごとに放出される電磁波の強度の周波数分布や位置的分布などの情報に着目し、これらを電磁波センサで直接測定したり、電波吸収体を用いて熱エネルギーに変換して温度として測定し、その測定データを時系列に観測して電子装置の異常や劣化を診断することにより、非破壊かつオンラインで電子装置の各基板ごとにその全体的な動作状態を監視し、劣化や異常の診断が行える電子装置の診断装置を提供することを目的とする。

【0010】本発明はまた、電子装置の中の複数の電子

化制御基板それぞれの複数箇所に設置したIC温度計によって基板の位置的温度分布を直接測定し、劣化や異常の診断が行える電子装置の診断装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の電子装置の診断装置は、ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間の複数箇所に設置された電磁波センサと、前記電磁波センサそれぞれが検出する前記電子化制御基板の実装部品から放出される電磁波の位置的分布状態又は周波数分布状態を時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えたものである。

【0012】請求項1の発明の電子装置の診断装置では、電子装置内の各電子化制御基板間の複数箇所に電磁波センサを設置して、これらの電磁波センサによって電子化制御基板の実装部品から放出する電磁波を検出させる。そして、診断手段が電磁波センサの検出信号に基づき、各電子化制御基板の表面における放出電磁波の位置的分布状態又は周波数分布状態を時系列に監視することにより、オンラインで電子装置の状態を診断する。

【0013】これによって、電子装置の各電子化制御基板から放出される電磁波を測定することによって電子装置の動作に影響を及ぼすことなくその状態を検査することができる。また、各電子化制御基板間に電磁波センサを設置することによって検出電磁波に異常が見られた場合に、不具合のある基板を容易に特定することができる。さらに、各電子化制御基板の表面の放出電磁波の位置的分布状態を調べることによって不具合の発生した基板上の異常箇所も容易に特定することができる。そして、周波数分布状態を監視することによって電磁波異常を高感度に捉えることもできる。

【0014】請求項2の発明は、請求項1の電子装置の診断装置において、前記電磁波センサがアンテナ素子と、このアンテナ素子を面走査する走査手段とから成り、前記診断手段が前記アンテナ素子それぞれの検出した電磁波を信号化するスペクトラムアナライザと、このスペクトラムアナライザの出力を解析し、表示する解析表示手段から成るものであり、電磁波センサとしてアンテナ素子を使用することによってセンサの小形化が可能であり、また走査がしやすい上に広範囲の周波数帯域について電磁波を検出することができ、またスペクトラムアナライザの出力を電磁波の強度として解析表示手段によって解析させ、その位置的分布状態又は周波数分布状態を表示させることによって、技術者にとって容易に把握できる診断情報の提供ができる。

【0015】請求項3の発明の電子装置の診断装置は、ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間に設置され、各電子化制御基板の実装部品から放出される電磁波

を吸収して熱に変換する電波吸収体と、前記電波吸収体の温度を検出する温度センサと、前記温度センサの出力を時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えたものである。

【0016】請求項3の発明の電子装置の診断装置では、電子装置内の各電子化制御基板間に電波吸収体を設置して、この電波吸収体によって電子化制御基板の実装部品から放出する電磁波を吸収させて熱に変換し、その熱量を温度センサによって検出させる。そして、診断手段が温度センサの検出信号を時系列に監視することにより、オンラインで電子装置の状態を診断する。

【0017】こうして、電子装置の各電子化制御基板から放出される電磁波のエネルギーを電波吸収体の温度として検出することによって、電磁波そのものを検出するよりも測定が容易となる。また、電波吸収体はこの電子装置の各基板からの放出電磁波を吸収するので、装置自体及び装置の周辺におけるEMCやEMIの影響を低減し、装置として信頼性を向上させる。

【0018】請求項4の発明は、請求項3の電子装置の診断装置において、前記電波吸収体を互いに熱が移動することがない複数の分割体で構成し、前記温度センサが各分割体の温度を検出し、前記診断手段は前記分割体の位置的温度分布状態を求め、その時系列変化を監視することによって前記電子装置の状態を診断するようにしたものであり、電波吸収体の分割によって放出電磁波のエネルギーの位置的分布を反映した形で、各電波吸収分割体に吸収されたエネルギーを温度として検出することができ、各基板における異常部位や劣化部位の特定が可能である。

【0019】請求項5の発明の電子装置の診断装置は、ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間の複数箇所に設置され、各電子化制御基板の実装部品から放出される電磁波を吸収して熱に変換する電波吸収体と、前記電波吸収体それぞれの温度を検出する温度センサと、前記電波吸収体それに埋め込まれた電磁波センサと、前記温度センサの検出する前記電波吸収体それぞれの位置的温度分布状態と、前記電磁波センサそれぞれが検出する電磁波の位置的分布状態又は周波数分布状態とを時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えたものである。

【0020】請求項5の発明の電子装置の診断装置では、電子装置内の各電子化制御基板間の複数箇所に基板の実装部品から放出される電磁波を吸収して熱に変換する電波吸収体と、電波吸収体それぞれの温度を検出する温度センサを設置し、さらに各電波吸収体に電磁波センサを埋込み、診断手段によって温度センサの検出する電波吸収体それぞれの位置的温度分布状態と、電磁波センサそれぞれが検出する電磁波の位置的分布状態又は周波数分布状態とを時系列に監視することによって、電子装

置の状態を診断する。

【0021】これによって、電磁波センサで電磁波を直接測定すると同時に、電波吸収体で吸収した電磁波エネルギーによる温度も測定するので、2つのパラメータで2重に診断することによって異常や劣化の状態の診断精度を上げることができる。

【0022】また電波吸収体に電磁波センサを埋込むことによって、各電磁波センサが隣接する基板からの反射波などを拾わなくなり、純粹に測定したい部分からの放出電磁波を測定することができ、この点でも診断精度の向上が望める。

【0023】請求項6の発明は、請求項4又は5の電子装置の診断装置において、前記電波吸収体の裏面側を前記電子化制御基板それぞれの裏面に絶縁物を介して貼付け、前記ラックに差込むことによって当該電波吸収体の表面側を隣接する電子化制御基板の表面に対向させたものであり、各基板間の距離を狭めることができ、装置全体の小型化が図れる。

【0024】請求項7の発明は、請求項1、2、5又は6の電子装置の診断装置において、前記診断手段が前記電磁波センサの検出した前記電子化制御基板の実装部品から放出される電磁波にウェーブレット変換を施し、各位置における電磁波の時間一周期特性を解析して前記電子装置の状態を診断するようにしたものであり、時間と周波数と強度（ウェーブレット変換係数）の関係を短時間で捉えることができ、診断の時間短縮や自動化が可能になる。

【0025】請求項8の発明の電子装置の診断装置は、ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間の複数箇所に設置された磁気センサと、前記磁気センサそれぞれが検出する前記電子化制御基板の表面の磁場強度の位置的分布状態を時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えたものである。

【0026】請求項8の発明の電子装置の診断装置では、電子装置内の各電子化制御基板間の複数箇所に設置された磁気センサによって各基板上の各部の磁場強度を検出させ、診断手段によって磁気センサが検出する各基板上の磁場強度の位置的分布状態を時系列に監視することによって、電子装置の状態を診断する。

【0027】これによって電子装置の動作中に電子化制御基板の表面上の空間に発生する磁場を磁気センサで非接触に測定することができ、装置に影響を与えることなくオンラインで異常や劣化の状態の診断が行える。また各基板上の磁場の位置的分布状態の経時変化を観察することによって、異常部位又は劣化部位を特定することができる。

【0028】請求項9の発明は、請求項8の電子装置の診断装置において、前記磁気センサとしてICモジュール化ラックスゲートマグネットメータを用いたものであ

り、電子化制御基板の表面磁場を高感度かつ高精度に検出することができる。またICモジュール化されているためにセンサの小形化及び装置の小型化が図れる。

【0029】請求項10の発明は、請求項8の電子装置の診断装置において、前記磁気センサが空間3次元の各軸方向の磁場成分を独立に検出するMR素子若しくはGMR素子を備えたものであり、各電子化制御基板上における3次元の各軸方向の磁場成分をそれぞれの軸方向に対応したMR素子又はGMR素子の磁気抵抗変化として検出し、これを診断手段によって数値解析することによって高感度に磁場の大きさと向きとを測定することができ、また3次元の各軸方向磁場成分を独立に測定するので、磁場の微妙な変化も検出しやすくなる。さらに、MR素子又はGMR素子は薄膜で作製できるので、磁気センサの小形化及び装置の小型化が図れる。

【0030】請求項11の発明の電子装置の診断装置は、ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板間の複数箇所に設置されたIC温度計と、前記IC温度計それぞれが検出する前記電子化制御基板の表面の温度の位置的分布状態を時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えたものであり、電子装置がどのような形をしてもIC温度計により直接に電子化制御基板上の温度分布を測定することができ、オンラインで装置の状態を診断することができる。

【0031】請求項12の発明の電子装置の診断装置は、ラックに複数の電子化制御基板が差し込まれて構成されている電子装置に対してその電子化制御基板上の複数箇所に設置されたIC温度計と、前記電子化制御基板それぞれの裏面の複数箇所に絶縁物を介して裏面側が貼付けられ、表面側に対向する電子化制御基板の実装部品から放出される電磁波を吸収して熱に変換する電波吸収体と、前記電波吸収体それぞれの温度を検出する温度センサと、前記電波吸収体それぞれに埋込まれた電磁波センサと、前記IC温度計それぞれが検出する前記電子化制御基板の表面の温度の位置的分布状態、前記温度センサが検出する前記電波吸収体それぞれの位置的温度分布状態及び前記電磁波センサそれぞれが検出する電磁波の位置的分布状態又は周波数分布状態を時系列に監視し、前記電子装置の状態を診断する診断手段とを備えたものである。

【0032】請求項12の発明の電子装置の診断装置では、IC温度計によって計測される各電子化制御基板の温度分布状態を時系列に監視すると同時に、電子化制御基板の裏面に貼付けられた電波吸収体の吸収電磁波エネルギーを熱量変換する温度センサによって計測される各基板の電磁波エネルギーの位置的分布状態を時系列に監視し、さらに各電波吸収体に埋込まれた電磁波センサによって計測される各基板の電磁波の位置的分布及び周波数分布を時系列に監視し、オンラインで状態を診断する。

【0033】これによって、電子化制御基板自体の位置的発熱分布、基板が放出する電磁波エネルギーの位置的強度分布及び基板が放出する電磁波そのものの位置的分布及び周波数分布を同時に観測し、これらの3つを診断パラメータにして電子装置の状態を診断することができ、診断精度の向上が図れる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図に基づいて詳説する。図1は本発明の第1の実施の形態の電子装置の診断装置の機能的な構成を示している。電子装置1は、外枠となるラック2に複数枚の電子化制御基板3が差込まれた構成である。そしてこの電子装置1に対して、その中の隣接する電子化制御基板3、3間各々に、また、端位置の電子化制御基板3に対してはそれに対向するように電磁波センサ4が設置されている。

【0035】診断装置5は、これらの電磁波センサ4を含め、さらに各電磁波センサ4を対向する電子化制御基板3の全面にわたって走査する走査部6と、各電磁波センサ4の検出した電磁波信号強度の周波数分布と各周波数に対する信号強度の位置的分布を解析する解析部7と、解析結果を等高線グラフ、3次元グラフなどのグラフィックスにしてビジュアルに表示する出力部8とから構成される。

【0036】図2はこの第1の実施の形態の電子装置の診断装置5のさらに具体的な機器構成を示している。電子装置1内の電子化制御基板3に対して電磁波センサ4が対向するように配置されている。この電磁波センサ4は、図3の中央部に符号A、B、C、…、Pで示してあるように、広い周波数帯域に対応して電磁波の検出が可能な多数のアンテナ素子4aを2次元マトリクス的に配置した構成である。なお、このように多数のアンテナ素子4aを2次元マトリクス的に配置することにより、1個の小形センサ4を走査部6によって2次元的に移動させて各位置での検出信号を取り出す走査を行う必要がなく、また2次元各位置の検出信号を同時に取込むことができるようになる。

【0037】電磁波センサ4を構成する各アンテナ素子4aはスペクトラムアナライザ10に接続されていて、このスペクトラムアナライザ10によって各アンテナ素子4aの受波信号の波形を検出し、その出力が信号線11(GPIB等)により解析部7と出力部8を兼務するコンピュータ12に取込まれるようになっている。

【0038】コンピュータ12には波形解析ツール13(ソフトウェアであるが、説明の便宜のために符号を付して示している)が組み込まれていて、基板3の表面各部の電磁波検出信号に対して、ウェーブレット解析を実行する。

【0039】このウェーブレット解析とは、計測された信号f(t)に対してアナライジングウェーブレットと呼ばれる解析関数ψ(a, b)を用いて、次の数式に

基づく変換を行い、計測信号  $f(t)$  の周波数成分をその位相情報を失うことなく抽出する手法である。ここで、 $a$  はスケールパラメータ、 $b$  は位置パラメータと呼ぶ。

$$(W_\Psi f) \cdot (b, a) = |a|^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \overline{\Psi\left(\frac{t-b}{a}\right)} dt$$

アンテナ素子 4a で検出された電磁波を、位相情報を有する周波数成分に分解し、解析結果は 3 次元グラフや等高線グラフの形態でコンピュータ 12 のディスプレイに表示する。波形解析ツール 13 はまた、各周波数の強度の電子化制御基板 3 上の位置的分布も求め、グラフとして表示する。

【0041】この波形解析ツール 13 によるウェーブレット解析結果の表示例を図 3 及び図 4 に示してある。ある時刻における一定時間内に、電子化制御基板上の各位置 (A, B, C, …, P) で同時に電磁波を検出し、これを各位置ごとにウェーブレット解析した結果が図 3 の等高線グラフ ①～④ である。これにより、基板 3 上のどの位置でどのくらいの周波数の電磁波がどれだけの強さで発生しているかが分かる。すなわち、基板 3 の側の実装部品のレイアウトと対照することによってどの部品からどのような電磁波が発生しているかの見当を付けることができる。

【0042】また特定の周波数の電磁波に着目すれば、その強度と基板上の位置の関係を特定することができる。図 4 はその例を示した 3 次元グラフである。

【0043】次に、上記の構成の電子装置の診断装置による自己診断機能について説明する。まず、電子化制御基板 3, 3間に挿入されている電磁波センサ 4 で、対向する電子化制御基板 3 の放出する電磁波を基板面上の複数の地点にわたって、全面を網羅するように検出する。これには、電磁波センサ 4 が図 2 に示した例のように複数個のアンテナ素子 4a のマトリクス配置構造である場合には複数地点での電磁波を同時に検出することが望ましいが、電磁波センサ 4 が 1 個の場合には一定の走査速度で各地点の電磁波を測定していくことになる。そして、各基板 3 について、ある一定の時間ごとに測定を行い、検出した各基板 3 の電磁波の強度の周波数分布や位置的分布が初期値（正常状態）からどれだけ変動したかを割り出し、その変動幅を見て異常や劣化の有無やその度合を判定する。

【0044】この際、電磁波検出から得る情報としては検出時刻と基板上の検出位置情報、そして電磁波の強度とその周波数ごとの成分であり、これらの情報から、まず図 4 に示したようなある周波数における電磁波の位置的強度分布を得る。

【0045】そして異常や劣化が起きていると特定の周波数の電磁波が発生されることが分かっている場合は、その特定周波数に着目し、その 3 次元グラフの強度

ばれるパラメータである。

【0040】

【数 1】

の時系列的な変化を監視し、初期値からの逸脱具合を観察することによって異常発生部位や劣化部位を特定するのである。

【0046】一方、異常や劣化の兆候を示す電磁波の周波数帯域が分からない場合には、各地点の検出電磁波形にウェーブレット変換を施し、電磁波に含まれる周波数成分を明らかにし、図 3 のような時間と周波数の関係を示す等高線グラフを作成することにより、放出電磁波に含まれているすべての周波数成分の強度変化を監視する。ウェーブレット解析する際には、電磁波の周波数分布変動を検出しやすいように、解析する波形の位相を装置の動作サイクルや電源サイクルなどと合わせる必要がある。このようにして、各位置ごとに電磁波の時間一周波数分布の時系列変化を調べ、その初期値からの逸脱具合を見ることにより、異常部位や劣化部位を特定するのである。

【0047】このようにして、第 1 の実施の形態の電子装置の診断装置では、電子化制御基板 3 の各部位から放出される電磁波を非接触で測定するので、装置の動作に影響を与えることなく、オンラインで電子装置の動作状態を検査することができる。また電子装置 1 を構成する複数枚の基板全体、また各基板の表面全体について電磁波の位置的強度分布を調べるので、不具合が発生している基板、またその基板の異常発生箇所を特定することができる。さらに、周波数分布状態を監視することにより、電磁波異常を高感度に捉えることができる。

【0048】次に、本発明の第 2 の実施の形態を図 5 に基づいて説明する。この実施の形態の電子装置の診断装置は、外枠となるラック 14 に複数枚の電子化制御基板 15 が差込まれた電子装置 16 に対して、その中の隣接する電子化制御基板 15, 15 間各々に、また端位置の電子化制御基板 15 に対してはそれに対向するように、電磁波を吸収して熱に変換する電波吸収体 17 が設置されている。

【0049】診断装置 18 は、これらの電波吸収体 17 を含め、さらに各電波吸収体 17 の発熱する熱量を測定する熱量センサ 19 と、この熱量センサ 19 の測定する熱量の時系列変化を解析する解析部 20 と、解析結果を出力する出力部 21 とから構成される。

【0050】この実施の形態の電子装置の診断装置 18 では、電波吸収体 17 それぞれが対向する電子化制御基板 15 に実装されている電子部品より放出される電磁波を吸収し、そのエネルギーを熱エネルギーに変換して自身が

発熱し、熱量センサ 19 が各電波吸収体 17 の発熱する熱量を計測して解析部 20 に渡す。解析部 21 では、各基板 17 ごとの発熱量を時系列的に監視し、異常や劣化が見られる基板を特定し、これを出力部 21 が出力する。

【0051】なお、電波吸収体 16 及び熱量センサ 19 は図 6 に示す構造にすることができる。すなわち電波吸収体 17 が 2 次元マトリクス的な配列の分割体 17a に分割され、個々の分割体 17a 間では熱のやり取りができるように熱的に絶縁されてプリント配線板 22 上に取付けられている。また熱量センサ 19 として IC 温度センサ 19a が各分割体 17a の裏面側に埋込まれていて、これらの多数の IC 温度センサ 19a から図 5 に示した解析部 20 に温度検出信号を出力するようになる。

【0052】このような分割構造にすることにより、分割体 17a 各々が電子化制御基板 15 の対向部分から放出される電磁波を吸収して発熱し、IC 温度センサ 19a がその発熱温度を検出して解析部 20 に出力する。解析部 20 では、各位置の IC 温度センサ 19a からの信号に基づいて基板 15 の表面の位置的温度分布を求め、さらにその時系列変化を監視し、初期分布や正常分布からのずれを見ることにより各基板 15 の異常や劣化を判断し、さらに異常高温部位を特定することによって異常箇所や劣化箇所の特定も行う。この位置的温度分布やその経時変化は解析部 20 から出力部 21 に出力され、図 4 に示すような 2 次元グラフにして表示する。これによって電子装置の異常や劣化の発生箇所を目で見て容易に特定できるようになる。

【0053】また、電波吸収体 16 及び熱量センサ 19 は図 7 に示す構造にすることもできる。すなわち、図 6 に示したものと同様に、各電波吸収体 17 が 2 次元マトリクス的な配列の分割体 17a に分割され、個々の分割体 17a 間では熱のやり取りができるように熱的に絶縁されてプリント配線板 22 上に取付けられている。また熱量センサ 19 として IC 温度センサ 19a が各分割体 17a の裏面側に埋込まれている。そしてさらに、各分割体 17a に電磁波センサの信号検出部としてアンテナ素子 23 が埋込まれていて、これらの多数の IC 温度センサ 19a 及びアンテナ素子 23 から図 5 に示した解析部 20 に温度検出信号、電磁波の受波信号を出力するようになる。

【0054】このような分割構造にすることによって、解析部 20 において、各位置の IC 温度センサ 19a からの信号に基づいて基板 15 の表面の位置的温度分布を求め、さらにその時系列変化を監視し、初期分布や正常分布からのずれを見ることにより各基板 15 の異常や劣化を判断し、さらに異常高温部位を特定することによって異常箇所や劣化箇所の特定も行うことができる。また解析部 20 では、第 1 の実施の形態と同様のウェーブレット解析手法を用いて電磁波の位置的分布状態や周波数

分布状態を解析し、出力部 21 に出力して図 3 及び図 4 に示すようなグラフィックス表示をすることができる。

【0055】これによって異常や劣化の発生箇所を容易に特定できるようになる。しかもこの場合、電磁波センサによる電磁波の位置的分布及び周波数分布の監視と共に電波吸収体が吸収する熱量による電磁波の位置的分布を監視することができ、異常や劣化の検出感度を上げ、診断精度の向上が望める。さらに、電磁波のアンテナ素子 23 が電波吸収分割体 17a に埋込まれた構造であるので、隣接する基板からの反射波などのノイズを除去することができ、純粹に測定したい部分からの放出電磁波だけを測定することができ、診断精度がさらに向上する。

【0056】また、電波吸収体 17 の組込み構造は、図 8 に示すようなものにすることができる。すなわち、電波吸収体 17 を熱的に絶縁された多数の分割体 17a で構成し、かつ各分割体 17 の裏面側に IC 温度センサ 19a が埋込み、これを図 6 に示した実施の形態と同様に絶縁体層 23 上に 2 次元マトリクス配列で取付け、電子装置内の各電子化制御基板 15 の裏面側に貼付けた構造にするのである。そして各 IC 温度センサ 19a からの温度信号の解析は、図 5 に示した第 2 の実施の形態の解析部 20 が同様に行う。

【0057】このような組込み構造にすれば、各電子化制御基板 15, 15 間の間隔を狭くすることができ、電子装置自体の小形化を図ることができる。また電子化制御基板 15 から放出される電磁波を電波吸収分割体 17a に吸収して熱量に変換し、温度センサ 19a によってスカラー量として取り出すので、測定系が簡易化できる。

【0058】次に、本発明の第 3 の実施の形態を図 9 に基づいて説明する。この実施の形態は、外枠となるラック 24 に複数枚の電子化制御基板 25 が差込まれた電子装置 26 に対して、その中の隣接する電子化制御基板 25, 25 間各々に、また端位置の電子化制御基板 25 に対してはそれに対向するように磁気センサ 28 が設置されている。

【0059】診断装置 29 は、これらの磁気センサ 28 を含め、さらに各磁気センサ 28 の検出信号を変換し、磁場分布を求める解析部 30 と、解析結果を出力する出力部 31 とから構成される。

【0060】磁気センサ 28 は図 10 に示す構造であり、プリント配線基板 32 に多数の IC モジュール化フラックスゲートマグネットメータ 33 を対向する電子化制御基板 25 の表面全体をほぼ網羅するように 2 次元マトリクス配置している。

【0061】これによって、磁気センサ 28 は対向する電子化制御基板 25 の表面に発生している磁気を基板表面全体にわたって検出することができ、またこれを解析部 30 で基板 25 上の各位置における磁場の強さや向き

などの磁気分布に計算し直し、その計算結果を初期状態と比較し、それを観察することにより、異常や劣化を判定し、また基板25上の異常部位や劣化部位を特定することができる。

【0062】なお、個々のICモジュール化フラックスゲートマグネットメータ33は一方向の磁場強度測定しかできないので、これをプリント配線基板32に取付ける際には、検出対象の発生磁場を考慮して取付け方向に注意する必要がある。またこのフラックスゲートマグネットメータ33に高感度なアモルファス無磁歪磁心(Fe<sub>4</sub>C<sub>0.66</sub>S<sub>1.15</sub>B<sub>15</sub>)を用いた場合、感度1.2.4V/Oe、最大分解能1.3×10<sup>-6</sup>Oe程度であるので、たとえ1方向だけの磁場検出でも故障部位の検出が容易になる。またICモジュール化のものを使用することにより、装置の小形化が可能である。

【0063】この第3の実施の形態において、磁気センサ28の構造は図11に示すものを用いることもできる。この磁気センサ28は、3次元の各軸(x, y, z)方向の磁場成分を独立に検出するためのそれぞれの軸方向の磁場成分検出に対応した3つのMR素子又はGMR素子33, 34, 35から成る3次元磁気ヘッド36をプリント配線基板32上に2次元マトリクス配置した構造である。

【0064】このような磁気センサ28を図9に示すように各電子化制御基板25に対向配置することにより、MR素子またはGMR素子によって高感度で磁場を測定し、さらに3次元の各軸(x, y, z)方向の磁場成分を独立に測定することができ、磁場の微妙な変化を検出しやすくなる。またMR素子やGMR素子は薄膜にできるので、3次元磁気ヘッド36のサイズや形状を比較的に自由に変えられ、磁気センサ28を小形化でき、電子装置の全体の大きさも小さくできる。

【0065】次に、本発明の第4の実施の形態の電子装置の診断装置を図12に基づいて説明する。第4の実施の形態における電子装置は、図1に示した第1の実施の形態と同様に、ラック内に複数枚の電子化制御基板40を差込んだ構造である。そして診断装置41は、この電子化制御基板40それぞれの裏面側に各部の温度を測定するための温度センサとして多数個のIC温度センサ42をその裏面全体を網羅するように実装し、これらのIC温度センサ42からの出力を解析部43で解析し、各制御基板40の位置的温度分布を監視し、初期状態や定常状態からのずれにより異常や劣化を判定する構成である。各電子化制御基板40の温度分布状態は解析部43から出力部44に出力し、図4に示したように2次元グラフにして表示することによって技術者に容易に理解できるようにすることができる。

【0066】次に、本発明の第5の実施の形態の電子装置の診断装置を図13に基づいて説明する。この実施の形態において、電子装置は図1に示した第1の実施の形

態と同様に、ラック内に複数枚の電子化制御基板45を差込んだ構造である。そして診断装置の複合センサ部46は、図12に示した第4の実施の形態と同様に各電子化制御基板45の裏面側に多数個の第1のIC温度センサ42が実装され、これらの多数個のIC温度センサ42を覆うように裏面全体に絶縁体層47が形成され、その上に、診断に必要な数に分割された電波吸収体の分割体48が貼付けられており、各電波吸収分割体48内にその温度を検出するための第2のIC温度センサ49が埋込まれ、さらに各電波吸収分割体48の表面側に電磁波を検出するためのアンテナ素子50が埋込まれた複合構造である。

【0067】これによって、各複合センサ部46の第1のIC温度センサ42によってそれが実装されている側の基板(図では左側の基板)45の温度検出を行い、電波吸収分割体48は対向する基板(図では右側の基板)45から放出される電磁波を吸収して熱エネルギーに変換し、それを第2のIC温度センサ49によって検出し、さらにアンテナ素子50も対向する基板(図では右側の基板)45から放出される電磁波を直接受波し、それらの検出信号を解析部51へ出力する。

【0068】解析部51では、第1のIC温度センサ42からの信号については図12に示した第4の実施の形態と同様に基板45の温度分布を解析し、また第2のIC温度センサ49からの信号については図6及び図7に示した第2の実施の形態と同様に電磁波強度を温度分布に換算して解析し、さらにアンテナ素子50からの信号に対しては図2に示した第1の実施の形態と同様にウェーブレット解析を行い、これらの解析結果に基づいて、電子装置の異常や劣化を判定する。またその解析結果は、出力部52に出力して適宜の形態、例えば、図3及び図4に示したようなグラフにして表示することによって技術者に容易に理解できるようにする。

【0069】この実施の形態の場合、電子化制御基板の各部の温度分布、それが放出する電磁波の位置的分布や周波数分布、さらに磁気エネルギーを熱エネルギーに変換し、温度分布として解析するので、3種類の情報に基づいて電子装置の診断が行え、診断精度が向上する。

#### 【0070】

【発明の効果】以上のように請求項1の発明によれば、電子装置の各電子化制御基板から放出される電磁波を測定することによって電子装置の動作に影響を及ぼすことなくその動作状態を検査することができ、また、各電子化制御基板間に電磁波センサを設置することによって検出電磁波に異常が見られた場合に、不具合のある基板を容易に特定することができ、また、各電子化制御基板の表面の放出電磁波の位置的分布状態を調べることによって不具合の発生した基板上の異常箇所も容易に特定することができ、さらに周波数分布状態を監視することによって電磁波異常を高感度に捉えることもできる。

【0071】請求項2の発明によれば、電磁波センサとしてアンテナ素子を使用することによってセンサの小形化が可能であり、また走査がしやすい上に広範囲の周波数帯域について電磁波を検出することができ、またスペクトラムアナライザの出力を電磁波の強度として解析表示手段によって解析させ、その位置的分布状態又は周波数分布状態を表示させることによって、技術者にとって容易に把握できる診断情報の提供ができる。

【0072】請求項3の発明によれば、電子装置の各電子化制御基板から放出される電磁波のエネルギーを電波吸収体の温度として検出することによって、電磁波そのものを検出するよりも測定が容易となり、また、電波吸収体はこの電子装置の各基板からの放出電磁波を吸収するので、装置自体及び装置の周辺におけるEMCやEMIの影響を低減し、装置として信頼性を向上させることができる。

【0073】請求項4の発明によれば、電波吸収体の分割によって放出電磁波のエネルギーの位置的分布を反映した形で、各電波吸収体に吸収されたエネルギーを温度として検出することができ、各基板における異常部位や劣化部位の特定が可能である。

【0074】請求項5の発明によれば、電磁波センサで電磁波を直接測定すると同時に、電波吸収体で吸収した電磁波エネルギーによる温度も測定するので、2つのパラメータで2重に診断することによって異常や劣化の状態の診断の精度を上げることができ、また電波吸収体に電磁波センサを埋込むことによって、各電磁波センサが隣接する基板からの反射波などを拾わなくなり、純粹に測定したい部分からの放出電磁波を測定することができ、この点でも診断精度の向上が図れる。

【0075】請求項6の発明によれば、各基板間の距離を狭めることができ、装置全体の小形化が図れる。

【0076】請求項7の発明によれば、時間と周波数と強度(ウェーブレット変換係数)の関係を短時間で捉えることができ、診断の時間短縮や自動化が可能になる。

【0077】請求項8の発明によれば、電子装置の動作中に電子化制御基板の表面上の空間に発生する磁場を磁気センサで非接触に測定することができ、装置に影響を与えることなくオンラインで異常や劣化の状態の診断を行え、また各基板上の磁場の位置的分布状態の経時変化を観察することによって、異常部位又は劣化部位を特定することもできる。

【0078】請求項9の発明によれば、磁気センサとしてICモジュール化フラックスゲートマグネットメータを用いることによって、電子化制御基板の表面磁場を高感度かつ高精度に検出することができ、またICモジュール化されているためにセンサの小形化及び装置の小形化が図れる。

【0079】請求項10の発明によれば、各電子化制御基板上における3次元の各軸方向の磁場成分をそれぞれ

の軸方向に対応したMR素子又はGMR素子の磁気抵抗変化として検出し、これを診断手段によって数値解析することによって高感度に磁場の大きさと向きとを測定することができ、また3次元の各軸方向磁場成分を独立に測定するので、磁場の微妙な変化も検出しやすくなり、さらに、MR素子又はGMR素子は薄膜で作製できるので、磁気センサの小形化及び装置の小形化が図れる。

【0080】請求項11の発明によれば、電子装置がどのような形をしてもIC温度計により直接に電子化制御基板上の温度分布を測定することができ、オンラインで装置の状態を診断することができる。

【0081】請求項12の発明によれば、電子化制御基板自体の位置的発熱分布、基板が放出する電磁波エネルギーの位置的強度分布及び基板が放出する電磁波そのものの位置的分布及び周波数分布を同時に観測し、これらの3つを診断パラメータにして電子装置の異常や劣化の状態を診断することができ、診断精度の向上が図れる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の機能構成を示すブロック図。

【図2】上記の実施の形態の具体的なシステム構成を示すブロック図。

【図3】上記の実施の形態におけるウェーブレット解析手法による解析結果の説明図。

【図4】上記の実施の形態におけるウェーブレット解析手法による解析結果の説明図。

#### 【図5】本発明の第2の実施の形態のブロック図。

【図6】上記の実施の形態における電波吸収体を分割体にして2次元マトリクス配置した变形例の説明図。

【図7】上記の実施の形態における電波吸収体を分割体にして2次元マトリクス配置し、さらに各分割体にアンテナ素子を組み込んだ变形例の説明図。

【図8】上記の実施の形態における電波吸収体の取付け構造を示す説明図。

#### 【図9】本発明の第3の実施の形態のブロック図。

【図10】上記の実施の形態における磁気センサの構造を示す説明図。

【図11】上記の実施の形態における磁気センサの变形例を示す説明図。

#### 【図12】本発明の第4の実施の形態のブロック図。

#### 【図13】本発明の第5の実施の形態のブロック図。

#### 【符号の説明】

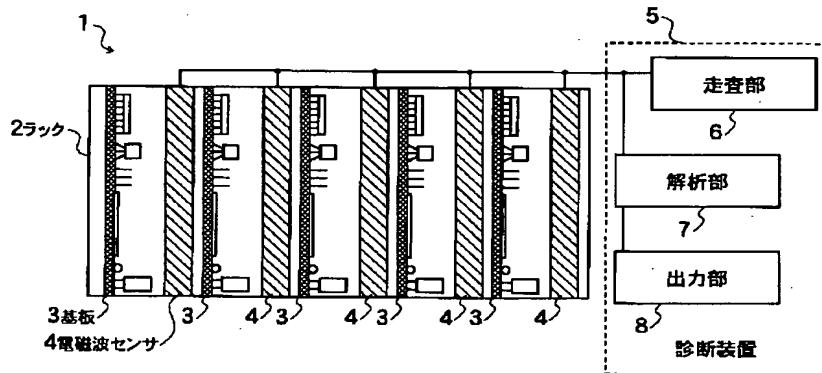
- 1 電子装置
- 2 ラック
- 3 基板
- 4 電磁波センサ
- 4a アンテナ素子
- 5 診断装置
- 6 走査部
- 7 解析部

(10)

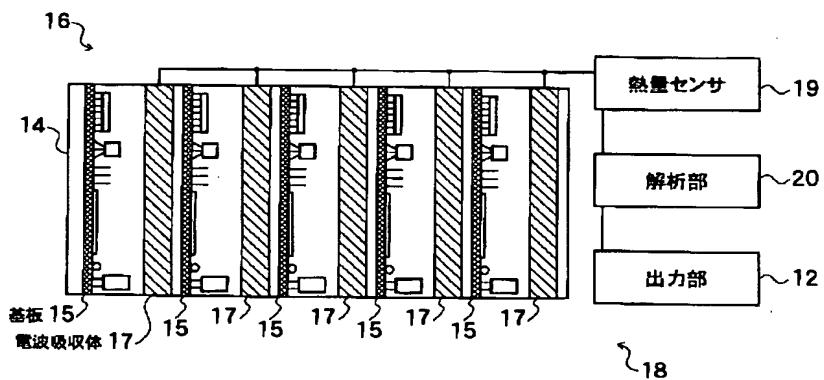
特開平11-174130

- |                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| 8 出力部          | 30 解析部                      |
| 10 スペクトラムアナライザ | 31 出力部                      |
| 12 コンピュータ      | 32 プリント基板                   |
| 13 波形解析ツール     | 33 ICモジュール化フラックスゲートマグネットメータ |
| 14 ラック         |                             |
| 15 基板          | 34, 35, 36 MR素子又はGMR素子      |
| 16 電子装置        | 37 3次元磁気ヘッド                 |
| 17 電波吸収体       | 40 基板                       |
| 17a 分割体        | 41 診断装置                     |
| 18 診断装置        | 42 IC温度センサ                  |
| 19 热量センサ       | 43 解析部                      |
| 19a 温度センサ      | 44 出力部                      |
| 20 解析部         | 45 基板                       |
| 21 出力部         | 46 複合センサ部                   |
| 22 プリント配線基板    | 47 絶縁体層                     |
| 23 絶縁体層        | 48 電波吸収分割体                  |
| 24 ラック         | 49 IC温度センサ                  |
| 25 基板          | 50 アンテナ素子                   |
| 26 電子装置        | 51 解析部                      |
| 28 磁気センサ       | 52 出力部                      |
| 29 診断装置        |                             |

【図1】



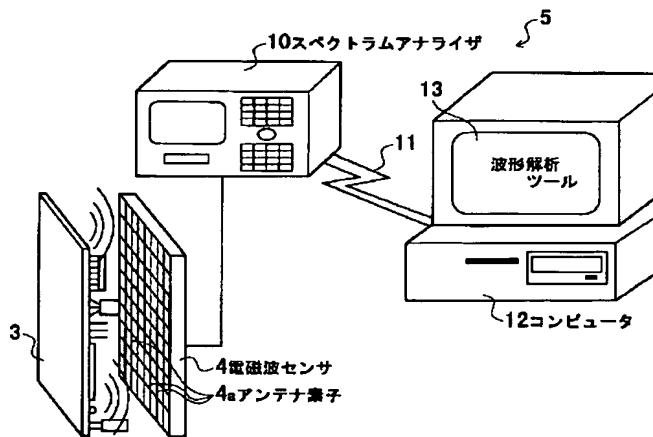
【図5】



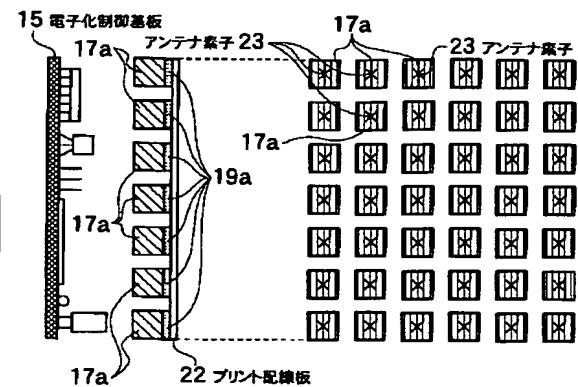
(11)

特開平11-174130

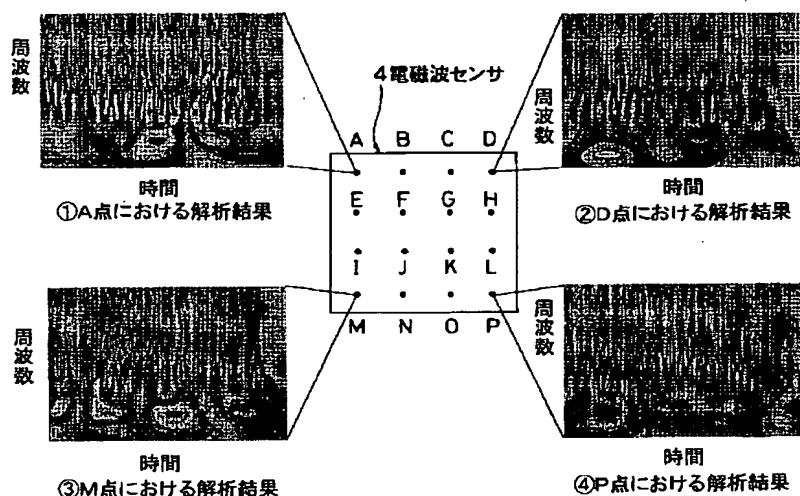
【図2】



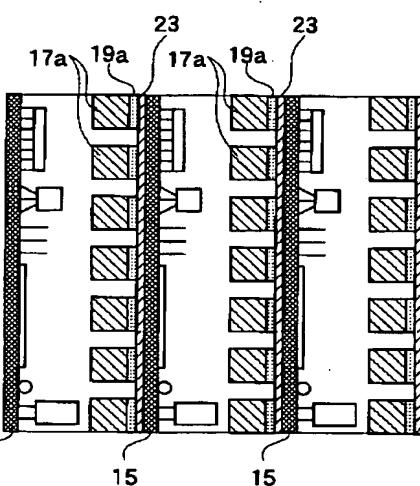
【図7】



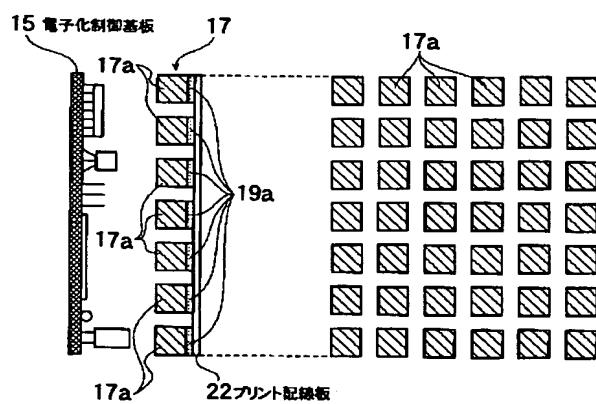
【図3】



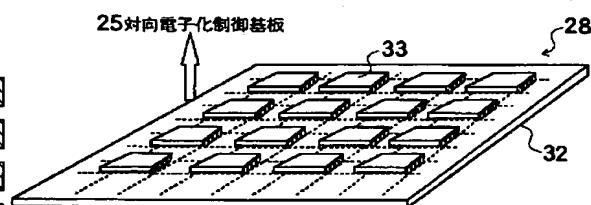
【図8】



【図6】



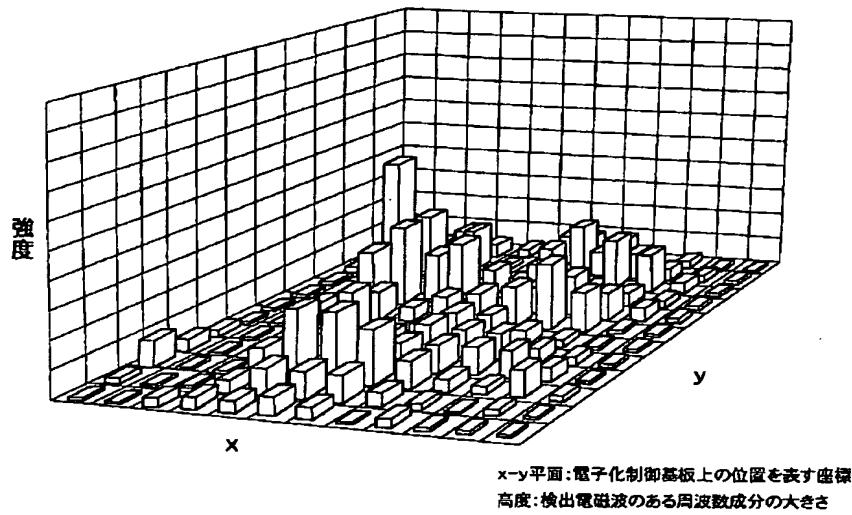
【図10】



(12)

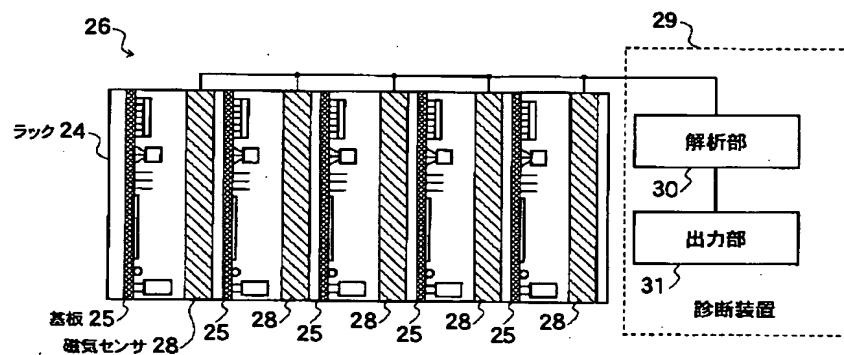
特開平11-174130

【図4】

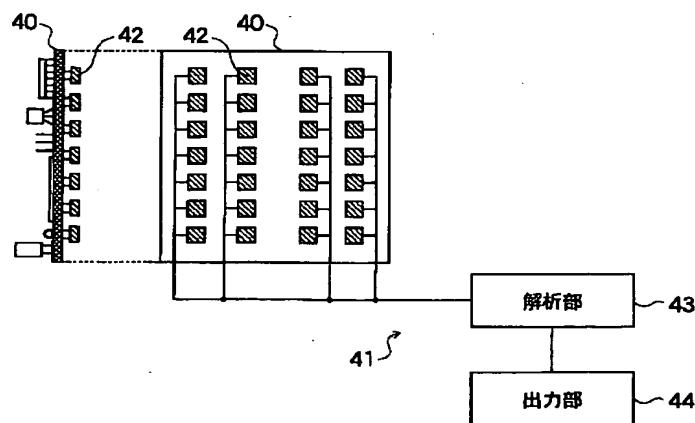


x-y平面:電子化制御基板上の位置を表す座標  
高度:検出電磁波のある周波数成分の大きさ

【図9】



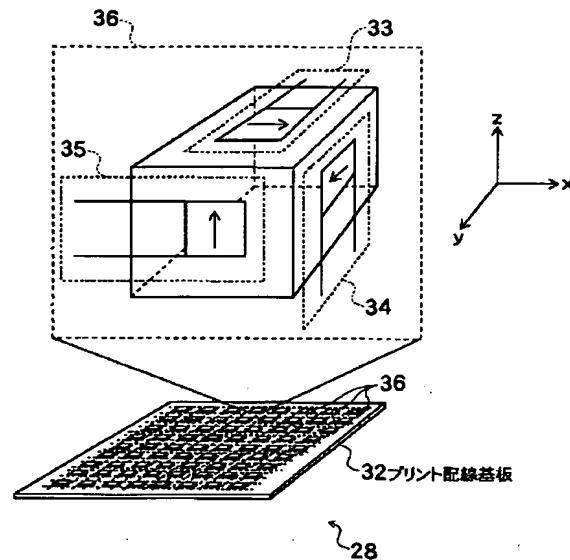
【図12】



(13)

特開平11-174130

【図11】



【図13】

